



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Off nl gungsschrift**
⑩ **DE 198 53 036 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 60 T 7/06
B 60 T 13/66
B 60 T 17/18

②1 Aktenzeichen: 198 53 036.6
②2 Anmeldetag: 18. 11. 98
④3 Offenlegungstag: 2. 6. 99

DE 198 53 036 A 1

⑥6 Innere Priorität:
197 51 906. 7 22. 11. 97

⑦1 Anmelder:
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,
DE

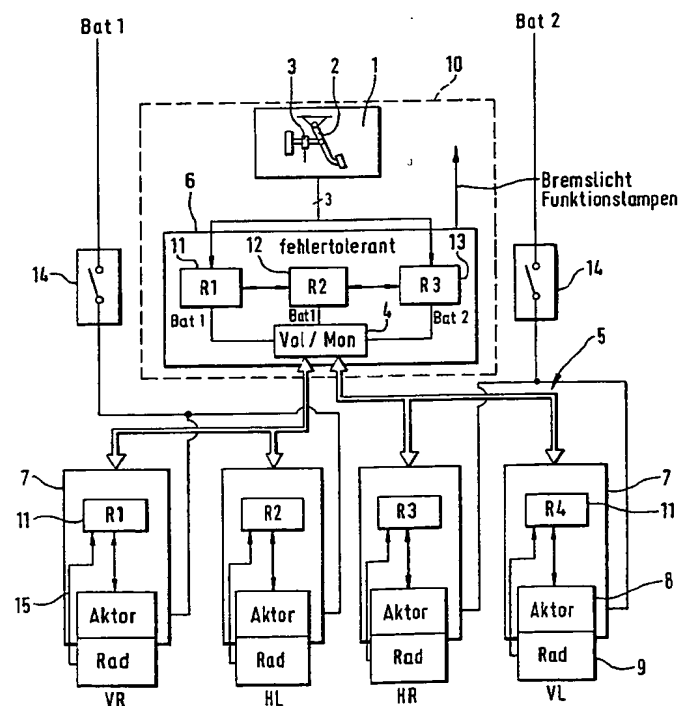
⑦2 Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤4 Elektromechanisches Bremssystem

⑤7 Die Erfindung betrifft ein elektromechanisches Bremssystem, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem Pedalsimulator (1) und Bremsmodulen (7). Weiterhin ist ein Zentralmodul (6) vorgesehen. Die Verbindung zwischen den vorgenannten Modulen kann durch einen Datenbus (5) erfolgen. Das Zentralmodul (6) wertet Bremswunschsignale einer Sensorik (3) aus und überprüft, ob Fehler vorliegen. Weiterhin gibt das Zentralmodul (6) einen entsprechenden Bremssollwert aus, basierend auf dem Bremswunsch und eventuell höheren Funktionen wie ABS, ASR, usw. Der Bremssollwert wird dann an die Bremsmodule (7) weitergeleitet. Die Bremsmodule (7) ermitteln daraufhin entsprechende Ansteuersignale für die Aktoren (8), die in eine Wirkverbindung mit den Rädern (9) treten, um den Bremswunsch des Fahrers umzusetzen.



DE 198 53 036 A 1

Die Erfindung betrifft ein elektromechanisches Bremssystem und ein Verfahren zur Steuerung eines elektromechanischen Bremssystems, die durch den Einsatz eines Bussystems und durch fehlererkennende Module die Systemsicherheit bei einer gleichzeitigen kostengünstigen Realisierung erhöhen.

Die Untersuchung elektrischer Bremssysteme ist Bestandteil der Entwicklungen in der heutigen Bremsentechnik. Die Hydraulikzylinder, die heute die Bremsbeläge gegen die Brems Scheibe pressen, werden an jeder Scheibe durch einen leistungsfähigen Elektromotor ersetzt. Die elektrische Bremse benötigt keine mechanischen oder hydraulischen Teile, wie Vakuumbremskraftverstärker oder Tandemhauptzylinder. Weiterhin kann die elektrische Bremse heutige und auch zukünftige Funktionen einer Bremse übernehmen, wie die Funktionen eines Antiblockiersystems (ABS), einer Traktionshilfe oder einer Antriebsschlupfregelung (ASR), einer Fahrstabilitätsregelung (Electronic Stability Program oder ESP) sowie eines automatischen Bremseneingriffs, wie er beispielsweise bei Abstandsregelsystemen vorgesehen sein kann.

Ein Beispiel für ein solches System ist in der WO 95/13946 gezeigt. Dieses sog. elektronische Bremssystem weist ein Zentralmodul und den Bremskreisen oder Radbaugruppen zugeordnete Bremsmodule auf. Das Zentralmodul kann hierbei ABS-/ASR-Berechnungen durchführen, kann die Bremskraftverteilung einstellen und radspezifische Bremsdruck-Sollwerte ermitteln.

Aus der DE 195 29 434 A1 (P 7959) ist ein Mikroprozessorsystem bekannt, bei dem zwei synchron betriebene Zentraleinheiten, die die gleichen Eingangsinformationen erhalten und das gleiche Programm abarbeiten, auf einem oder auf mehreren Chips vorgesehen sind. Die beiden Zentraleinheiten sind dabei über separate Bus-Systeme an die Festwert- und an die Schreib-Lese-Speicher sowie an Eingabe- und Ausgabeeinheiten angeschlossen. Die Bus-Systeme sind untereinander durch Treiberstufen bzw. Bypässe verbunden, die den beiden Zentraleinheiten ein gemeinsames Lesen und Abarbeiten der zur Verfügung stehenden Daten, einschließlich von Prüfdaten und Befehle ermöglichen. Das System ermöglicht eine Einsparung von Speicherplatz. Nur eine der beiden Zentraleinheiten ist mit einem vollwertigen Festwert- und einem Schreib-Lese-Speicher verbunden, während die Speicherkapazität des zweiten Prozessors auf Speicherplätze für Prüfdaten beschränkt ist. Zugriff zu allen Daten besteht über die Bypässe. Dadurch sind beide Zentraleinheiten in der Lage, jeweils das vollständige Programm abzuarbeiten.

In den Anmeldungsschriften DE 197 16 197 A1 (P 9009) und DE 197 20 618 A1 (P 9018) sind Mikroprozessorsysteme für sicherheitskritische Regelungen beschrieben, die mit mindestens drei, möglichst auf einem Chip angeordneten Zentraleinheiten, die das gleiche Programm abarbeiten, ausgerüstet sind. Außerdem sind Festwertspeicher und Schreib-Lese-Speicher mit zusätzlichen Speicherplätzen für Prüfdaten, Eingabe- und Ausgabeeinheiten und Vergleicher vorhanden, die die Ausgangssignale der Zentraleinheiten auf Übereinstimmung überprüfen. Die Zentraleinheiten sind über Bus-Systeme untereinander verbunden, die den Zentraleinheiten ein gemeinsames Lesen und Abarbeiten der anstehenden Daten, einschließlich der Prüfdaten und Befehle, nach dem gleichen Programm ermöglichen.

Die Zentraleinheiten sind bei diesen bekannten Systemen zu zwei vollständigen Regelungssignalkreisen erweitert und derart zusammengeschaltet, daß bei einem Ausfall durch Majoritätsentscheid die fehlerhafte Zentraleinheit identi-

ziert und eine Notlauffunktion aufrecht erhalten werden kann.

Schließlich ist aus der DE 197 17 686 A1 eine Schaltungsanordnung bekannt, die sich ebenfalls für ein sicherheitskritisches Regelungssystem eignet und die zwei- oder mehrkreisig aufgebaut ist, wobei jeder Kreis ein komplettes Mikroprozessorsystem enthält, welches die Eingangsdaten redundant verarbeitet und beim Auftreten eines Fehlers bzw. einer Abweichung zwischen den redundant gewonnenen Datenverarbeitungsergebnissen ein Fehlererkennungssignal liefert. Bei Fehlererkennung erfolgt ein Übergang in eine Notlauffunktion, in der entweder ein Kreis abgeschaltet oder die Aktuatorbetätigung beider Kreise von dem intakten Mikroprozessorsystem übernommen wird. Die beiden Systeme sind mit eigener Peripherie, bestehend aus Signalerfassung, Aktuatorbetätigung und Energieversorgung (7, 8), versehen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektromechanisches Bremssystem und ein Verfahren zum Steuern eines elektromechanischen Bremssystems, insbesondere für Kraftfahrzeuge, zu realisieren, die sicher und dabei kostengünstig aufgebaut sind sowie einen geringen Installationsaufwand benötigen.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Die abhängigen Patentansprüche zeigen vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterentwicklungen der Erfindung auf.

Die Erfindung beruht auf der Überlegung, daß bei Verwendung einer für sicherheitskritische Regelungssysteme geeigneten, redundant ausgelegten und notlauffähigen Schaltungsanordnung der vorgenannten Art auch die die für ein Brake-by-Wire System erforderliche Betriebssicherheit gewährleistet werden kann. Auf eine redundante Auslegung der Rechnermodule, die zur Ansteuerung der einzelnen Radmodule dienen, kann dann verzichtet werden. Für die Bussysteme, die die Regelungsschaltung(en) mit den Radmodulen verbinden, ist dann ebenfalls Redundanz entbehrlich. Durch mindestens ein Signal, welches Aufschluß über das Raddrehverhalten gibt, wird der Zustand des Radmoduls überwacht; über einen Abschaltpfad kann das Radmodul im Fehlerfall in den sicheren Zustand überführt werden.

Erfindungsgemäß kann ein elektromechanisches Bremssystem, insbesondere für Kraftfahrzeuge, eines Pedalsimulator zum redundanten Erfassen einer Fahrerbetätigung eines Bremspedals mittels einer geeigneten Sensorik enthalten. Weiterhin kann ein Zentralmodul vorgesehen sein, das einen Bremssollwert basierend auf den Ausgangssignalen der Sensorik ermittelt. Darüber hinaus kann zumindest ein Bremsmodul zum Ansteuern von zumindest einer Radbremse vorgesehen sein, wobei die Ansteuerung basierend auf dem Bremssollwert erfolgen kann. Weiterhin ist eine Datenübertragungseinheit vorgesehen, die eine Datenverbindung zwischen dem Zentralmodul und dem Bremsmodul herstellt, wobei das Zentralmodul eine Fehlererkennungsschaltung aufweisen kann, die einen Fehler bei der Ermittlung des Bremssollwerts erkennen kann.

Wichtig ist, daß das Zentralmodul Notlauffähigkeit besitzt und dadurch zu der verlangten hohen Betriebssicherheit des Systems einen entscheidenden Beitrag leisten kann.

Das Zentralmodul kann zur Ermittlung des Bremssollwerts höhere Funktionen des Bremssystems berücksichtigen und kann weiterhin zumindest drei redundante Rechner aufweisen, die den Bremssollwert basierend auf den Ausgangssignalen der Sensorik ermitteln. Weiterhin können auf zumindest zwei dieser redundanten Rechner des Zentralmoduls höhere Funktionen (ABS, ASR, ESP . . .) des Bremssystems implementiert sein.

Gemäß der Erfindung lassen sich sowohl die Radbremsmodule bzw. die Radbremsen als Einzelsysteme mit einer

einfachen Schnittstelle, als auch ein kostengünstiges Gesamtsystem anbieten. Das gilt insbesondere, wenn das Zentralmodul im Pedalsimulator integriert ist. Weiterhin kann mit der erfindungsgemäßen Systemarchitektur ohne weitere Nachteile, wie einem erhöhten Verkabelungsaufwand oder einer mangelnden Störsicherheit eine Diagonal- oder eine TT-Kreisaufteilung realisiert werden. Der Installationsaufwand für den Kfz-Hersteller ist minimal und der Verkabelungsaufwand nur sehr gering. Weiterhin sind klare und einfache Schnittstellen beim Zentralmodul und bei den Radmodulen vorgesehen, so daß eine einfache Testbarkeit des Gesamtsystems ermöglicht wird und der Kommunikationsaufwand zwischen den einzelnen Modulen reduziert werden kann. Durch kurze Analogleitungen und einem Leistungsverstärker, der nahe dem Aktor vorgesehen ist, ergibt sich eine hohe aktive und passive Störsicherheit. Weiterhin kann erfindungsgemäß eine sehr geringe Degradation (Funktionsverlust) im Fehlerfall erzielt werden. Zudem ist ein sicherheitskritisches Zuspinnen einer Bremse – mit und ohne Vorliegen eines Bremswunsches – infolge eines Fehlers in einem Rechner, der Leistungselektronik oder des Aktors mit Sensoren nicht möglich.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der bei liegenden schematischen Zeichnung näher erläutert.

Die Figur zeigt ein schematisches Blockschaltbild gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Die Figur zeigt einen Pedalsimulator 1 mit einem schematisch angedeuteten Bremspedal 2. Das Bremspedal 2 bzw. die Bewegung des Bremspedals 2 kann beispielsweise über eine Sensorik 3, die mindestens drei Sensoren aufweist, erfaßt werden. Es können z. B. zwei Wegsensoren und ein Kraftsensor verwendet werden. Die Ausgangssignale dieser Sensorik 3 können analoge Ausgangssignale sein. Es ist jedoch auch denkbar, daß die Sensorik insgesamt oder teilweise Digitalausgaben oder andere Ausgaben oder andere Meßgrößen erzeugt.

Diese Ausgangssignale werden pro Signal (z. B. über getrennte Leitungen) zu einem Zentralmodul 6 geführt und dort in getrennten Meßkanälen erfaßt. Diese Meßkanäle können nicht dargestellte Analog-/Digital-Wandler aufweisen, die Analogsignale in Digitalsignale umwandeln können.

Es ist jedoch auch denkbar, daß die redundanten Signale des Pedalsimulators 1 lediglich einfach zum Zentralmodul 6 übertragen werden und dort jeweils auf zumindest zwei Meßkanäle aufgeteilt werden. Wenn beispielsweise drei Pedalsensoren verwendet werden, ist es günstig, die Signale auf drei getrennte Meßkanäle bzw. drei getrennte Analog-/Digital-Wandler zu führen (sofern die Pedalsensoren Analogsignale ausgeben), wobei mindestens zwei der Rechner 11, 12, 13 des Zentralmoduls 6 die gewandelten Daten erhalten. Dadurch erhalten die beiden Rechner des Zentralmoduls 6 identische Eingangsdaten.

An dieser Stelle soll angemerkt werden, daß die vom Pedalsimulator 1 übertragenen Daten fehlerhaft sein können. Die Datenkonsolidierung, d. h. die Erkennung defekter Sensoren oder Hardware (z. B. des Verstärkers oder der A/D-Wandler) und die Ermittlung des Brems Sollwerts erfolgt im Zentralmodul 6.

Weiterhin ist je ein Datenbus 5 vorgesehen, welcher das Zentralmodul 6 mit je zwei Bremsmodulen 7 verbindet, wobei die Bremsmodule 7 jeweils ein Aktor/Rad-Paar 8, 9 enthalten. Jedes Aktor/Rad-Paar 8, 9 ist hierbei einem Fahrzeugrad zugeordnet (VR-vorne rechts, VL-vorne links, HR-hinten rechts und HL-hinten links).

Im folgenden soll nun beispielhaft eine Funktionsbeschreibung der Systemarchitektur gemäß der Figur gegeben

werden.

Zusammenfassend betrifft die Erfindung Architektur-Redundanz- und Sicherheitskonzepte für elektromechanische Bremssysteme (Brake-by-Wire). Das Bremssystem enthält den Pedalsimulator 1 mit redundanter Sensorik 3, ein dreifach-redundantes Zentralmodul 6 und vier Radbremsmodule 7. Die Radbremsmodule 7 bestehen aus einem Rechner 11 (R1, R2, R3, R4) einer Leistungselektronik, einem Aktor 8, aktorspezifischen Sensoren und einem zugeordneten Rad 9. Das Zentralmodul 6 und die Radmodule 7 sind mit mindestens einem Datenbus 5 verbunden. Weiterhin ist das Zentralmodul 6 in einem Gehäuse 10 des Pedalsimulators 1 integriert.

Der Fahrerbremswunsch wird im Pedalsimulator 1 mit den beispielsweise oben angeführten Sensoren ermittelt, wobei die Sensoren bevorzugt redundant und dissimilar aufgebaut sind (z. B. Pedalweg und Fußkraft). Wie ebenso oben schon angeführt ist, können nur diese Sensorsignale einfach oder doppelt zum Zentralmodul 6 übertragen werden. Die Signale werden hierbei auf mindestens zwei Meßkanäle aufgeteilt, so daß eine Redundanz auch hier erzielt werden kann.

Das Zentralmodul 6 kann zunächst derart ausgebildet sein, daß alle Funktionen (Grundbremsfunktionen, Überwachung des Pedalsimulators 1 und höhere Bremsfunktionen) auf allen Rechnern 11, 12, 13 des Zentralmoduls 6 gleich sind (diese Ausführungsform ist nicht dargestellt). Aus drei Rechenergebnissen wird über eine fehlertolerante Voter/Monitor-Struktur ein fehlerfreier Ausgangswert ermittelt.

Damit ergibt sich eine fehlertolerante Struktur für diese Funktionen.

Wie in der Figur dargestellt ist, kann auch eine dissimilare Aufteilung im Zentralmodul 6 realisiert werden. Hierbei sind die höheren Funktionen (ABS, ASR, ESP usw.) nur auf zwei Rechnern 11, 13 implementiert. Die Ermittlung der Grundbremsfunktionen und die Überwachung des Pedalsimulators 1 kann auf allen drei Rechnern 11, 12, 13 implementiert sein. Alle drei Rechner 11, 12, 13 haben Zugriff auf zumindest zwei getrennte Meßkanäle (nicht dargestellt).

Die höheren Funktionen werden durch einen nicht dargestellten Vergleichler überwacht und im Fehlerfall werden diese Funktionen in den Rechnern 11, 13 abgeschaltet, wodurch eine Fail-Silent-Funktion realisiert wird. Insbesondere sei angemerkt, daß bei einem Fehlerfall bei der Ermittlung der höheren Funktionen natürlich nicht notwendigerweise der gesamte Rechner 11, 13 abgeschaltet werden muß, sondern daß es genügen kann, nur den entsprechenden Programmteil zu deaktivieren. Die Ergebnisse der Pedalfunktionen, d. h. die Ermittlung der Grundbremsfunktionen ohne Überlagerung mit den höheren Funktionen werden durch den Voter/Monitor 4 konsolidiert und überwacht. Bei Ausfall der höheren Funktionen wird der Brems Sollwert ohne eine Überlagerung durch die höheren Funktionen direkt an die Bremsmodule 7 ausgegeben.

Wenn ein Fehler nur im Bereich der höheren Funktionen auftaucht, sind nach wie vor noch drei Rechner 11, 12, 13 für eine Grundbremsfunktion zur Verfügung, wobei nach wie vor ein fehlerhafter Rechner 11, 12, 13 über den Voter/Monitor 4 isoliert und abgeschaltet werden kann. Der Voter 4 würde beispielsweise aus den drei Ausgängen der Rechner 11, 12, 13 einen Brems Sollwert auswählen. Der Monitor würde dann überprüfen, ob das ausgewählte Signal im Vergleich zu den anderen nicht ausgewählten Signalen abweicht (sich verschlechtert oder falsch ist) und würde ein anderes Signal als ausgewähltes Signal wählen, wenn eine Abweichung ermittelt wird.

Die Notwendigkeit, bei einem Fehler zwei der Rechner 11, 12, 13 abzuschalten, besteht nicht. Die Zuverlässigkeit

des Bremssystems ist damit gleich oder höher als mit der Rechnerstruktur mit gleicher Aufteilung, siehe oben. Dies gilt natürlich in Verbindung mit dem Vorsehen von zwei Energieversorgungen Bat1, Bat2. Würden drei Energieversorgungen verwendet werden, so könnte bei einer gleichen Aufteilung (siehe oben) eine nochmalige Erhöhung der Redundanz erzielt werden.

Die Bremsmodule 7 bestehen aus einem Bremsmodulrechner 11 (R1, R2, R3, R4) der Leistungselektronik, dem Aktor 8 mit den aktorspezifischen Sensoren (z. B. zur Erfassung des Aktorstroms, der Aktorspannkraft und der Aktorposition) und einer testbaren Abschalteneinheit 14 für die Spannungsversorgung des Aktors 8.

Durch die externe Abschalteneinheit 14 ist sichergestellt, daß ein Fehler in der Leistungselektronik die Funktion der Abschaltung nicht beeinflusst.

Redundanz innerhalb des Radmoduls 7 ist nicht notwendig, da es vom Zentralmodul 6 überwacht wird. Erkennt das Radmodul 7 selbständig Fehler (z. B. durch elektronische Überwachung der Aktoransteuerung), so kann eine weitere Aktoransteuerung durch entsprechende Ansteuerung der Leistungselektronik im Radmodul 7 ausgeschlossen werden.

Das Zentralmodul 6 kann über entsprechende Rückmeldungen vom Radmodul 7 den Status des Radmoduls überwachen. Vorteilhaft wird hierzu eine Busstruktur, z. B. CAN, eingesetzt.

Weiterhin kann das Zentralmodul 6 Radsensorik, die vom Radmodul 7 nicht durch Fehler beeinflusst werden kann, zur Überwachung nutzen; beispielsweise kann mit Hilfe der Raddrehzahlgeber eine Überwachung des Bremsmomentes durchgeführt werden.

Aus diesen Gründen ist im Radmodul 7 und in den Verbindungen zum Radmodul keine Redundanz erforderlich. Es müssen lediglich geeignete Einrichtungen vorhanden sein, die dem Zentralmodul 6 zur Abschaltung des Leistungspfad für ein oder mehrere Radmodule zur Verfügung stehen.

Der Bremsmodulrechner des Bremsmoduls 7 braucht nicht fail-safe ausgebildet zu werden, d. h. das Bremsmodul 7 erfüllt seine spezifizierten Funktion oder schaltet sich im Fehlerfall selbst ab und meldet die Fehlfunktion oder verhält sich im Falle eines Rechnerfehlers still (failsilent). Als Überwachungsebene ist das Zentralmodul 6 vorhanden.

An dieser Stelle sei weiterhin angemerkt, daß die Bremsmodule 7 auch jeweils für zwei Aktor/Rad-Paare 8, 9 verwendet werden können (hierbei würde es sich dann um ein Kreismodul handeln).

Der Datenbus 5 ist zumindest einfach ausgeführt und mit je zwei Radmodulen 7 und Modul 6 verbunden.

Als Energieversorgung sind zumindest zwei unabhängige Energieversorgungsquellen Bat1, Bat2 notwendig. Bei den Bremsmodulen 7 kann die Aufteilung wie in der Figur dargestellt diagonal oder auch vorne/hinten erfolgen.

Zusammenfassend ist erfindungsgemäß ein Funktionsverlust je nach Fehler nicht vorhanden oder nur sehr gering. Nur bei einem Ausfall einer Energieversorgung Bat1, Bat2, oder Kurzschluß sämtlicher Busleitungen zu zwei Radmodulen 7 fallen zwei Bremsen aus. Hierbei würde es sich um einen Kreisausfall handeln. Ansonsten ist immer nur eine Radbremse 7 betroffen oder bei einem Ausfall innerhalb des Zentralmoduls 6 maximal die höheren Funktionen bei vollem Erhalten der Grundbremsfunktionen. Ist die Funktionsaufteilung für alle drei Rechner 11, 12, 13 des Zentralmoduls 6 gleich, so hat ein Rechnerfehler gar keinen Funktionsverlust zur Folge. Bei einem Bus Fehler können die Bremsen des jeweiligen Aktor/Rad-Paars 8, 9 ausfallen.

Die Systemarchitektur ist z. B. so konfigurierbar, daß bei

einem Fehler nie die Hinterradbremse allein zur Verfügung stehen. Die Systemarchitektur gewährt hierbei eine hohe Bremsverzögerung in allen Fehlerfällen.

Weiterhin gewährleistet die erfindungsgemäße Systemarchitektur, daß keine Fehlerfortpflanzung auftritt. Ein Fehler kann erkannt werden, bevor er sich auf andere Funktionen oder Module auswirkt. Weiterhin liegt eine hohe EMV-Sicherheit vor, da die Störaustrahlung minimiert ist. Die Leistungselektronik zum Ansteuern der Aktoren 8 ist im jeweiligen Radmodul 7 integriert und am oder nahe des jeweiligen Aktors 8 montiert. Weiterhin ist die Störfestigkeit hoch, besonders wenn das Zentralmodul 6 nahe am oder im Pedalsimulator 1 verbaut wird, so daß dann der analoge Signalübertragungsweg kurz ist.

Weiterhin sei angemerkt, daß die oben beschriebenen erfindungsgemäßen Funktionen und Systeme bzw. Module in jeder beliebigen Kombination alleine oder in ihrer Gesamtheit von der Erfindung umfaßt sind.

Patentansprüche

1. Elektromechanisches Bremssystem, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem Pedalsimulator (1) zum redundanten Erfassen einer Fahrerbetätigung eines Bremspedals (2) mittels einer geeigneten Sensorik (3), einem Zentralmodul (6) zum Ermitteln eines Bremssollwerts basierend auf Ausgangssignalen der Sensorik (3), zumindest einem Bremsmodul (7) zum Ansteuern von zumindest einer Radbremse (8, 9) basierend auf dem Bremssollwert, und einer Datenübertragungseinheit, die eine Datenverbindung zwischen dem Zentralmodul (6) und dem Bremsmodul (7) herstellt, wobei das Zentralmodul (6) eine Fehlererkennungsschaltung aufweist, die einen Fehler bei der Ermittlung des Bremssollwerts erkennt.
2. Bremssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul (6) mehrere, unabhängig voneinander betriebsfähige Mikroprozessorsysteme enthält und Notlauffähigkeit besitzt.
3. Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul (6) zur Ermittlung des Bremssollwerts höhere Funktionen des Bremssystems wie beispielsweise ABS, ASR, Fahrdynamikregelungen, ICC, Bremsassistent oder Hillholder, berücksichtigt.
4. Bremssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul (6) in einem Gehäuse (10) des Pedalsimulators (1) integriert ist.
5. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul (6) eine Datenkonsolidierung zur Erkennung von Störungen des Pedalsimulators (1) und/oder des Zentralmoduls (6) durchführt.
6. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul (6) drei redundante Rechner (11, 12, 13) aufweist, die den Bremssollwert basierend auf Pedalfunktionen ermitteln und auf zumindest zwei dieser redundanten Rechner (11, 13) zusätzlich die höheren Funktionen des Bremssystems implementiert sind.
7. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei unabhängige Energieversorgungsquellen (Bat1, Bat2) vorgesehen sind und jede Energieversorgungsquelle (Bat1, Bat2) mindestens einen Rechner (11, 12, 13) versorgt.

8. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul (6) zum Konsolidieren und Überwachen der Pedalfunktionen einen Voter/Monitor (4) aufweist und ein Vergleicher gebildet ist, der die Rechner (11, 13), welche die höheren Funktionen ausführen, überwacht, wobei im Fehlerfall diese Funktionen abgeschaltet werden, was einer Fail-Silent-Funktion entspricht. 5
9. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul (6) die redundanten Ausgangssignale des Pedalsimulators (1) zumindest zwei getrennten Meßkanälen (A/D-Wandler) zuführt, wobei zumindest zwei Rechner (von 11, 12, 13) die von den Meßkanälen (A/D-Wandler) gewandelten Daten erhalten. 10 15
10. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenübertragungseinheit zwischen dem Zentralmodul (6) und den Radmodulen (7) ein Datenbus (5) ist. 20
11. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Pedalsimulator (1) zwei Pedalwegsensoren und einen Pedalkraftsensor aufweist.
12. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremsmodul (7) eine Fehlererkennung basierend auf lokalen aktorspezifischen Signalen wie beispielsweise Aktorstrom, Aktorposition, Spannkraft durchführt und bei einer Fehlererkennung eine entsprechende Meldung an das Bremssystem ausgibt, sich abschaltet und/oder eine Bremssollwertanpassung durchführt. 25 30
13. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Fehlererkennung modellgestützt ist. 35
14. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremsmodul (7) eine von einer Leistungselektronik getrennte Abschalteinheit (14) mit Zugriff durch das Zentralmodul (6) aufweist. 40
15. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul (6) eine Abschalteinheit (14) aufweist.
16. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschalteinheit (14) als Teil der Leistungselektronik in dem Bremsmodul (7), auf das das Zentralmodul (6) einen Zugriff besitzt, ausgebildet ist. 45
17. Verfahren zur Steuerung eines elektromechanischen Bremssystems, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit den Schritten: 50
 redundantes Erfassen einer Fahrerbetätigung eines Bremspedals (2) mittels einer geeigneten Sensorik (3) in einem Pedalsimulator (1),
 Ermitteln eines Bremssollwerts basierend auf Ausgangssignalen der Sensorik (3) in einem Zentralmodul (6), 55
 Ansteuern von zumindest einer Radbremse (8, 9) basierend auf dem Bremssollwert in einem Bremsmodul (7), und 60
 Herstellen einer Datenverbindung zwischen dem Zentralmodul (6) und dem Bremsmodul (7), wobei eine Fehlererkennungsschaltung einen Fehler bei der Ermittlung des Bremssollwerts erkennt. 65

